



⑨ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 198 12 307 A 1**

②① Aktenzeichen: 198 12 307.8  
②② Anmeldetag: 20. 3. 98  
②③ Offenlegungstag: 30. 9. 99

⑤① Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**G 01 R 31/00**  
G 01 R 33/09  
G 01 D 18/00  
G 01 D 5/20  
F 02 D 41/22  
B 60 K 26/04  
B 60 R 16/02

DE 198 12 307 A 1

⑦① Anmelder:  
Siemens AG, 80333 München, DE; Siemens  
Automotive S.A., Toulouse, FR  
  
⑦④ Vertreter:  
Epping, W., Dipl.-Ing. Dr.-Ing., Pat.-Anw., 82131  
Gauting

⑦② Erfinder:  
Schelter, Wolfgang, Dr., 93105 Tegernheim, DE;  
Génot, Bernard Pierre André, Roquettes, FR

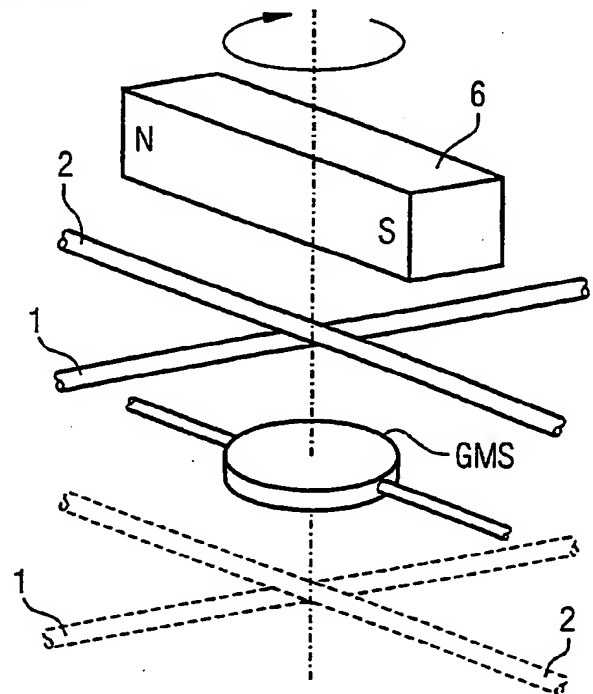
⑤⑥ Entgegenhaltungen:  
DE 1 96 19 806 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Diagnoseeinrichtung für einen Giant Magnetoresistiven Sensor

⑤⑦ Die Diagnoseeinrichtung besteht aus mindestens einem mit Strom IT beaufschlagbaren Leiter 1, wodurch ein Testmagnetfeld HT erzeugbar ist, das den elektrischen Widerstandswert RGMS des Giant Magnetoresistiven Sensors GMS beeinflusst, so, daß dessen Werte einen typischen Testverlauf RGMS(T) einnehmen mit dem Permanentmagnetfeld Ho als Parameter, wobei der Testverlauf RGMS(T) über Speichermittel und eine elektronische Steuereinrichtung mit im Speichermittel abgelegten Referenzwerten Vref vergleichbar ist, so daß bei Gleichheit über eine Anzeigeeinrichtung funktionsgerechtes Verhalten anzeigbar ist.



DE 198 12 307 A 1

Die Erfindung betrifft eine Diagnoseeinrichtung für einen Giant Magnetoresistiven Sensor nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Giant Magnetoresistive Sensoren eignen sich vorzugsweise zur Positionsbestimmung von Stellelementen bei Steuerungs- oder Regeleinrichtungen. Dabei zeigt der Giant Magnetoresistive Sensor bei Zimmertemperatur einen erhöhten magnetoresistiven Effekt.

Insbesondere kann dieser erhöhte magnetoresistive Effekt mittels eines Permanentmagneten, der um eine Achse drehbar ist, oder der längsverschiebbar ist, ausgenutzt werden. Der Widerstandswert des Giant Magnetoresistiven Sensors ändert sich bei einer Verdrehung um eine Achse dabei in Abhängigkeit vom Verdrehwinkel  $\phi$  des Permanentmagneten nach einer Cosinus-Funktion plus einer Konstanten.

Es hat sich nun insbesondere bei Sicherheitsaspekten bei der Anwendung in der Kraftfahrzeugelektronik gezeigt, daß Steuer- oder/und Regelungssysteme, die solche Giant Magnetoresistive Sensoren enthalten, daraufhin überprüft werden sollen, ob alle wesentlichen Komponenten ein funktionsgerechtes Zusammenwirken ermöglichen. Ob z. B. der Permanentmagnet vorhanden ist, oder ob die Grundmagnetisierung HBIAS des Giant Magnetoresistiven Sensors vorhanden ist oder ob die Auswerteelektronik folgerichtig arbeitet.

Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Diagnoseeinrichtung für Giant Magnetoresistive Sensoren anzugeben, durch die auf möglichst einfache und verlässliche Weise Fehlerquellen der o.g. Art erkannt werden können.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst.

Die erfindungsgemäße Diagnoseeinrichtung hat den wesentlichen Vorteil, daß sie robust und relativ unempfindlich sowie kostengünstig und leicht einsetzbar ist, da die Kopplung mit dem Giant Magnetoresistiven Sensor über ein Testmagnetfeld erfolgt.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Figuren dargestellt.

Es zeigen:

Fig. 1 eine perspektivische Darstellung der Diagnoseeinrichtung,

Fig. 2 den Widerstandsverlauf des Giant Magnetoresistiven Sensors als Funktion des Verdrehwinkels  $\phi$ ,

Fig. 3 eine Prinzipskizze für verschiedene Stellungen des Permanentmagnetfeldes  $H_0$  bei einem elektrischen Leiter mit einer Testfunktion HT parallel zur Grundmagnetisierung,

Fig. 4 eine Prinzipskizze für verschiedene Stellungen des Permanentmagnetfeldes  $H_0$  bei einem elektrischen Leiter mit einer Testfunktion HT senkrecht zur Grundmagnetisierung,

Fig. 5 die Überlagerung von Permanentmagnetfeld  $H_0$  und einem Testfeld HT aus zwei gekreuzten Drähten mit dem resultierenden Magnetfeld 7.

Fig. 1 zeigt den Giant Magnetoresistiven Sensor GMS, dessen Widerstandswert RGMS abhängig ist von der Lage des externen Permanentmagnetfeldes  $H_0$  des Permanentmagneten 6. Eine Verdrehung des Permanentmagneten 6 führt zu der in Fig. 2 ausgeführten Widerstandsänderung des Giant Magnetoresistiven Sensors GMS nach der in Fig. 2 angegebenen Beziehung. Erfindungsgemäß besteht die Diagnoseeinrichtung aus dem mindestens einen elektrischen Leiter 1, der in einer bevorzugten Richtung zur Grundmagnetisierung HBIAS des Giant Magnetoresistiven Sensors

GMS gemäß der Fig. 3 und 4 liegen kann. In bevorzugtem Ausführungsbeispiel der Fig. 3 und 4 erzeugt der Strom von 1(T) durch den Leiter 1 das Testmagnetfeld HT, dessen Komponente HT+ einmal um 180 Grad (Fig. 3) und einmal um 90 Grad (Fig. 4) phasenverschoben liegt zur Grundmagnetisierung HBIAS. Das Testmagnetfeld HT beeinflusst den elektrischen Widerstandswert RGMS des Giant Magnetoresistiven Sensors GMS so, daß dessen Werte RGMS(t) einen typischen Testverlauf RGMS(T) einnehmen mit dem Permanentmagnetfeld  $H_0$  als Parameter.

Stellvertretend für die verschiedenen Testmodi werden in den Fig. 3 und 4 zwei mal drei Kombinationen des Einflusses des Testmagnetfeldes HT auf das Ausgangssignal dargestellt. Kurve a) in Fig. 3 beschreibt dabei die Lage des Permanentmagnetfeldes  $H_0$  mit  $\phi$  gleich 0 Grad. Kurve b) und c) in Fig. 3 beschreiben Kurven mit  $\phi$  gleich 45 Grad bzw.  $\phi$  gleich 90 Grad. In Fig. 3 ist die Richtung des Testmagnetfeldes HT parallel zur Grundmagnetisierung HBIAS. In Fig. 4 ist die Richtung des Testmagnetfeldes HT senkrecht zur Grundmagnetisierung HBIAS. Je nach gewählter geometrischer Anordnung zwischen Testfeld erzeugendem Leiter 1, Abstand und Magnetisierung des rotierenden Permanentmagneten 6 ergeben sich quantitativ abweichende Kurvenformen von den beiden beispielhaft gezeigten Figuren.

Der Testverlauf RGMS(T) wird erfindungsgemäß über Speichermittel und eine elektronische Steuereinrichtung in Form eines Microcontrollers mit im Speichermittel abgelegten Referenzwerten  $V_{ref}$  verglichen, so daß bei Gleichheit von Phase, Amplitude und/oder Frequenz der Testfunktion RGMS(T) und den Referenzwerten  $V_{ref}$  über eine Anzeigeeinrichtung das funktionsgerechte Verhalten von Permanentmagnetfeld  $H_0$  im Zusammenwirken mit dem Giant Magnetoresistiven Sensor GMS und der Elektronik anzeigbar ist.

Kombinationen und weitere davon abgeleitete Auswertungen sind möglich.

Wird z. B. die Anordnung a) in Fig. 4 betrachtet, so sollte die Modulation durch das Testmagnetfeld HT als Auswirkung auf den Testverlauf RGMS(T) die doppelte Erregerfrequenz und eine Phasenverschiebung von 180 Grad aufweisen. Ein höherer Anteil der Grundfrequenz würde eine Verschiebung des rotierenden Permanentmagneten 6 aus der Grundposition hinweisen. Eine Phasenverschiebung von 0 Grad würde ein Fehlen des rotierenden Permanentmagneten 6 bedeuten. Ohne auf die einzelnen möglichen Fälle einzugehen, läßt sich feststellen, daß je nach zu betrachtendem Fehlerfall die eine (Fig. 3: paralleles Testmagnetfeld HT) oder andere Möglichkeit (Fig. 4: senkrecht Testmagnetfeld HT) oder eine Kombination aus beiden Anwendung finden kann, um eine Selbstdiagnose des Systems durchzuführen.

Diese Abfrage oder diesen Testzyklus fragt man bevorzugt in einem Power-On-Status des Systems ab z. B. beim Einschalten der Zündung im Kraftfahrzeug.

Gemäß Fig. 1 sind zwei gekreuzte elektrische Leiter 1, 2 dargestellt. Das resultierende Magnetfeld ergibt sich als Überlagerung der Vektoraddition nach Fig. 5. Auch hier läßt/lassen sich eine bevorzugtes Testmagnetfeld HT erzeugen und durch Vergleich mit Referenzwerten  $V_{ref}$  auswerten.

Der bzw. die Draht/Drähte 1, 2 können zwischen Permanentmagnet 6 und Giant Magnetoresistivem Sensor GMS oder unter dem Giant Magnetoresistiven Sensor GMS gemäß Fig. 1 angeordnet sein.

Der Teststrom bei einem elektrischen Leiter 1 bzw. die Testströme bei zwei gekreuzten elektrischen Leitern 1, 2 I(T) können vorzugsweise sinus-, cosinus-, rechteck-, drei-

eck- oder rampenförmig sein.

Das Permanentmagnetfeld  $H_0$  als Parameter kann bevorzugt parallel oder unter 45 Grad oder unter 90 Grad zur Grundmagnetisierung HBIAS oder unter beliebigen Zwischenlagen ausgerichtet sein und der/die Leiter 1, 2 kann/ können eine bevorzugte Richtung einnehmen in bezug auf die Grundmagnetisierung HBIAS, so daß ein gewünschter bevorzugter Testverlauf RGMS(T) des Widerstandswerts des Giant Magnetoresistiven Sensors GMS erzeugbar ist.

Bei einem elektrischen Leiter 1 und einem fließenden Strom  $I(t)$  mit umkehrbarer Richtung wird ein magnetisches Wechselfeld erzeugt. Bei zwei stromdurchflossenen Leitern 1, 2 mit veränderbarer Richtung und Amplitude wird ein magnetisches Drehfeld erzeugt. Wechsel- oder Drehfeld plus Permanentmagnetfeld  $H_0$  bewirken ein oszillierendes Magnetfeld. Ein oszillierendes Magnetfeld führt zu einer Widerstandsänderung des Giant Magnetoresistiven Sensors GMS.

Die erfindungsgemäße Diagnoseeinrichtung ist auch auf lineare, transversal verschiebbare Permanentmagneten 6 anwendbar.

Die erfindungsgemäße Diagnoseeinrichtung findet vorzugsweise Verwendung als Positionsgeber.

Als solche findet sie wiederum bevorzugt Anwendung in der Kraftfahrzeugelektronik, bspw. als Pedalwertgeber beim E-Gas oder bei der Positionierung und Stellung der Drosselklappe oder bei der Positionserfassung des Ventilhubes bei einer elektromagnetischen Ventilsteuerung für die Kraftstoff-Einspritzung.

Weitere Applikationen sind möglich.

#### Patentansprüche

1. Diagnoseeinrichtung für einen Giant Magnetoresistiven Sensor, der eine Grundmagnetisierung (HBIAS) aufweist, und dessen elektrischer Widerstandswert (RGMS) in Abhängigkeit von einem externen Permanentmagnetfeld ( $H_0$ ) beeinflussbar ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Diagnoseeinrichtung aus mindestens einem elektrischen, mit Strom ( $I(T)$ ) beaufschlagbaren Leiter (1) besteht, wodurch ein Testmagnetfeld (HT) erzeugbar ist, das den elektrischen Widerstandswert (RGMS) des Giant Magnetoresistiven Sensors (GMS) beeinflusst, so daß dessen Werte (RGMS(T)) einen typischen Testverlauf einnehmen mit dem Permanentmagnetfeld ( $H_0$ ) als Parameter, wobei der Testverlauf (RGMS(T)) über Speichermittel und eine elektronische Steuereinrichtung mit im Speichermittel abgelegten Referenzwerten ( $V_{ref}$ ) vergleichbar ist, so daß bei Gleichheit von Phase, Amplitude und/oder Frequenz der Testfunktion (RGMS(T)) und den Referenzwerten ( $V_{ref}$ ) über eine Anzeigeeinrichtung das funktionsgerechte Verhalten von Permanentmagnetfeld ( $H_0$ ) im Zusammenwirken mit dem Giant Magnetoresistiven Sensor (GMS) und der Elektronik anzeigbar ist.
2. Diagnoseeinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zwei gekreuzte Leiter (1, 2) vorgesehen sind, die mit gleichen oder verschiedenen Testströmen ( $I(T)$ ) beaufschlagbar sind.
3. Diagnoseeinrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der (1) bzw. die Leiter (1, 2) zwischen Permanentmagnet (6) und Giant Magnetoresistivem Sensor (GMS) oder unter dem Giant Magnetoresistiven Sensor (GMS) angeordnet ist bzw. sind.
4. Diagnoseeinrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der/die Teststrom/ströme ( $I(T)$ ) sinusförmigen oder cosinusförmigen oder recht-

eckförmigen oder dreieckförmigen oder rampenförmigen Verlauf hat bzw. haben.

5. Diagnoseeinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Permanentmagnetfeld ( $H_0$ ) als Parameter parallel zur Grundmagnetisierung (HBIAS) oder unter 45 Grad oder unter 90 Grad oder unter beliebigen Zwischenlagen ausgerichtet ist und der/die Leiter (1, 2) eine bevorzugte Richtung einnehmen in bezug auf die Grundmagnetisierung (HBIAS), so daß ein gewünschter bevorzugter Testverlauf (RGMS(T)) des Widerstandswerts des Giant Magnetoresistiven Sensors (GMS) erzeugbar ist.

6. Diagnoseeinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zur Erzeugung eines bestimmten Testverlaufs (RGMS(T)) bei stromdurchflossenen/n Leiter/n (1, 2) die Drehung des Magnetfeldes durch einen linear verschiebbaren Permanentmagneten (6) erzeugt wird.

7. Diagnoseeinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Speichermittel und die Steuereinrichtung aus einem Microcontroller bestehen.

8. Diagnoseeinrichtung nach Anspruch 1 bis 7, gekennzeichnet durch die Verwendung bei einem als Positionsgeber arbeitenden Giant Magnetoresistiven Sensor (GMS).

9. Diagnoseeinrichtung nach Anspruch 8, gekennzeichnet durch die Verwendung bei einem in der Kraftfahrzeugelektronik eingesetzten Giant Magnetoresistiven Sensor (GMS).

10. Diagnoseeinrichtung nach Anspruch 9, gekennzeichnet durch die Verwendung bei einem als Pedalwertgeber beim E-Gas oder bei der Positionierung und Stellung der Drosselklappe oder bei der Positionserfassung bei der Ventilsteuerung für die Kraftstoff-Einspritzung eingesetzten Giant Magnetoresistiven Sensor (GMS).

---

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

---

FIG 1

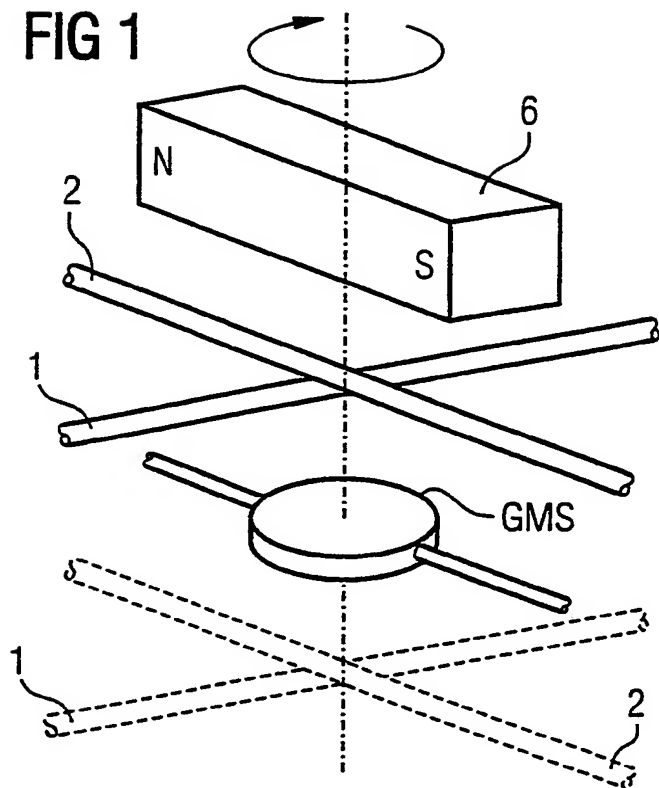


FIG 2

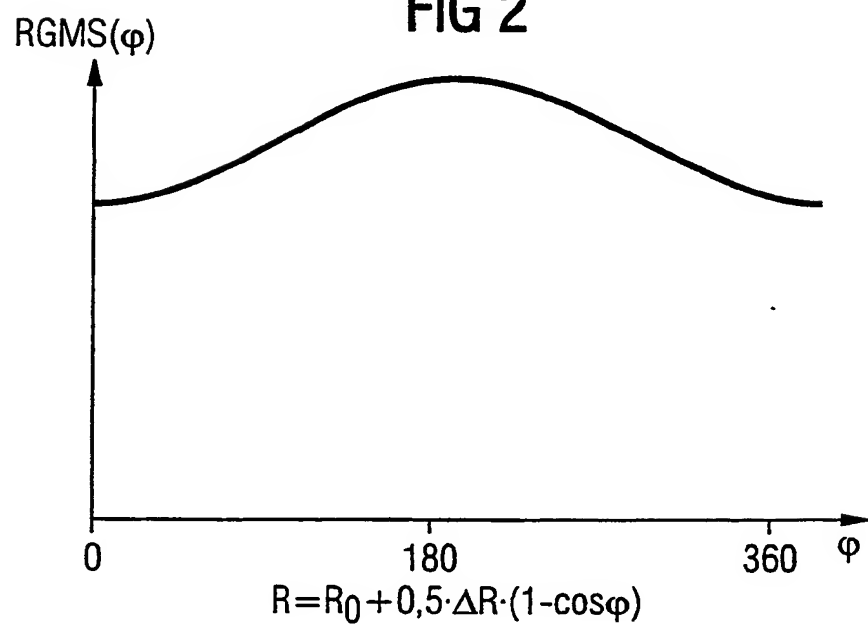


FIG 3

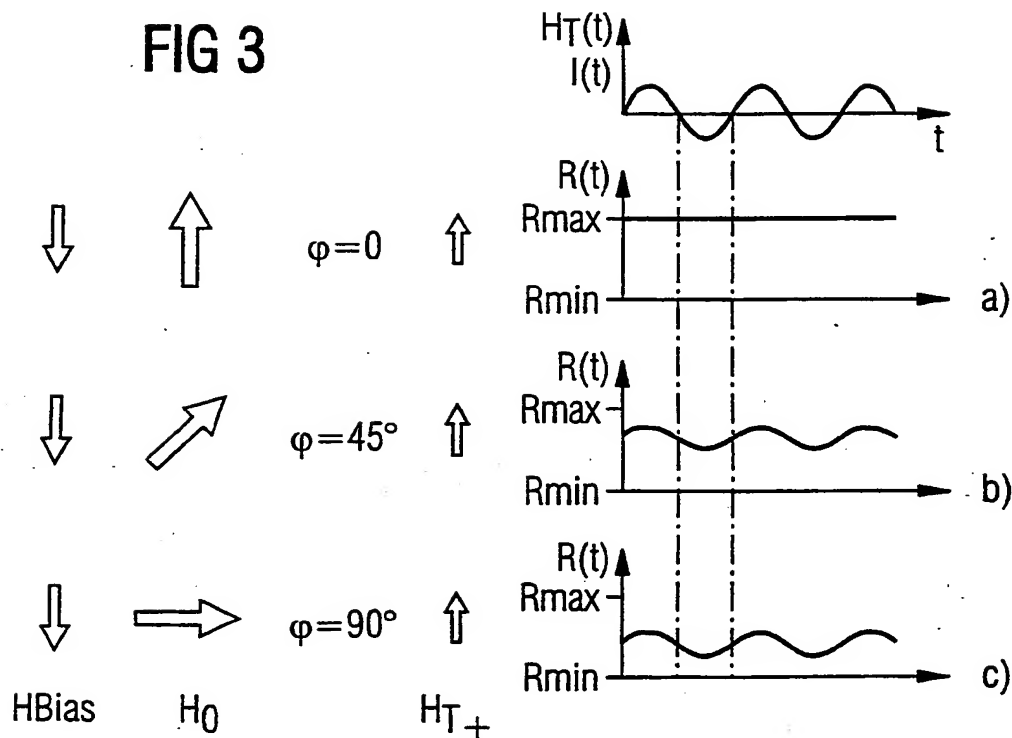


FIG 4

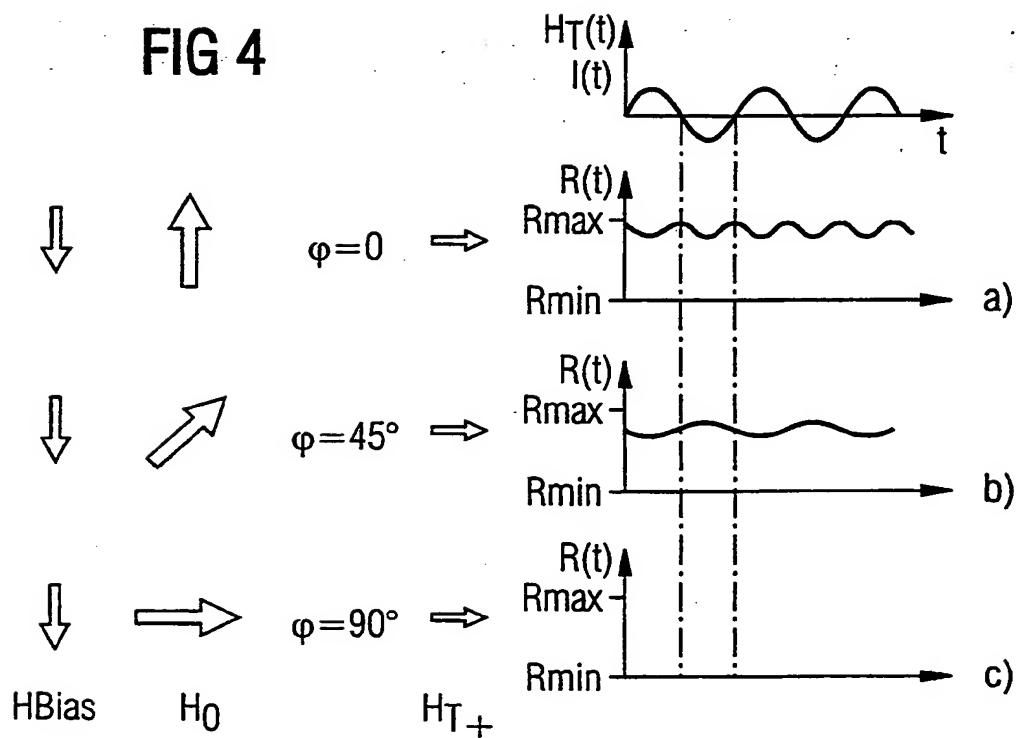


FIG 5

